

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

---



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 28 810.0

**Anmeldetag:** 27. Juni 2002

**Anmelder/Inhaber:** Rohde & Schwarz GmbH & Co KG, München/DE

**Bezeichnung:** Mikrowellen-Schaltung mit beleuchteten Feldeffekt-Transistoren

**IPC:** H 03 H 11/24

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. Juli 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

## Mikrowellen-Schaltung mit beleuchteten Feldeffekt-Transistoren

Die Erfindung betrifft eine Mikrowellen-Schaltung mit  
5 Feldeffekt-Transistoren, die insbesondere aber nicht  
ausschließlich als Dämpfungsschaltung ausgebildet ist.

Dämpfungsschaltungen werden z.B. in der  
Hochfrequenztechnik für Meßzwecke und zur Pegelregelung in  
10 Sendeanlagen und Mobilfunkgeräten eingesetzt. Um  
beispielsweise Meßreihen mit verschiedenen veränderlichen  
Parametern schnell durchfahren zu können, müssen die  
Dämpfungsschaltungen bzw. die in ihnen zum Einsatz  
kommenden Dämpfungsglieder sehr schnell schalten können  
15 und einen großen Dynamikbereich aufweisen.

Beispielsweise ist aus der US 5,157,323 eine solche  
Dämpfungsschaltung bekannt. Das dort offenbarte digital  
ansteuerbare Dämpfungsglied ist mit Feldeffekt-  
20 Transistoren als Schaltelementen aufgebaut.

Nachteilig bei der aus der US 5,157,323 hervorgehenden  
Dämpfungsschaltung ist die relativ lange Schaltzeit der  
Feldeffekt-Transistoren.

25

Es ist daher Aufgabe der Erfindung eine schnelle auf einem  
Halbleiterchip integrierbare elektronische Mikrowellen-  
Schaltung mit Feldeffekt-Transistoren aufzuzeigen.

30 Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine elektronische  
Mikrowellen-Schaltung nach den kennzeichnenden Merkmalen  
des Anspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß werden die auf dem Halbleiterchip  
35 integrierten Feldeffekt-Transistoren durch eine  
Lichtquelle mit Licht bestrahlt, wobei ein  
mikrowellendichtes Gehäuse, welches zur Abschirmung von  
elektromagnetischen Wellen dient, die Mikrowellen-  
Schaltung und die Lichtquelle oder einen der Lichtquelle

zugeordneten Lichtwellenleiter mikrowellendicht  
abschließt.

Feldeffekt-Transistoren lassen sich bekanntermaßen sehr  
5 leicht auf einem Halbleiterchip realisieren. Darüber  
hinaus benötigen sie nur sehr wenig Steuerleistung. Die  
erfindungsgemäße Belichtung der Feldeffekt-Transistoren  
hat zu Folge, daß Störstellen, welche an den  
Halbleitergrenzflächen insbesondere unterhalb der Gate-  
10 Elektrode auftreten und negativen Einfluß auf die  
Schaltzeiten der Feldeffekt-Transistoren haben, schneller  
umgeladen werden. Der negative Einfluß der Störstellen ist  
bei MESFET-Bauelementen als Gate-Lag-Effekt bekannt und  
wird als äußerst langsame Änderung des Bahnwiderstandes  
15 meßbar. Ursache ist die langsame Auf- bzw. Entladung der  
Oberflächenstörstellen der Source-Gate-Strecke und der  
Gate-Drain-Strecke. Durch die erfindungsgemäße Beleuchtung  
der Feldeffekt-Transistoren werden Elektronen-Loch-Paare  
erzeugt, welche die in den Störstellen gefangenen Ladungen  
20 neutralisieren. Durch die erfindungsgemäße Beleuchtung  
läßt sich der Gate-Lag-Effekt unterdrücken und die  
Schaltzeit um den Faktor 10 - 100 verkürzen.

25 Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den  
Unteransprüchen.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung werden die  
Feldeffekt-Transistoren als MESFET (Metall-Halbleiter-  
FET), die als Gate-Kanal-Übergang einen Metall-Halbleiter-  
30 Übergang ohne Oxid verwenden, insbesondere als GaAs-  
MESFET, also MESFET, die auf einem Gallium-Arsenid-  
Substrat aufgebaut sind, ausgeführt. Sie sind bekannt für  
ihre hervorragenden Hochfrequenzeigenschaften.

35 Gemäß einer weiteren Weiterbildung bestrahlt die  
Lichtquelle die Feldeffekt-Transistoren mit  
polychromatischen Licht, also mit einem Licht bestehend  
aus mehreren Wellenlängen oder einem oder mehreren  
Wellenlängenbereichen. Es ist dadurch möglich, einfache

und kostengünstige Lichtquellen einzusetzen. Die Ausführung der Lichtquelle als Leuchtdiode (LED) ist vorteilhaft, da LEDs sehr langlebig, verlustarm und kostengünstig sind. Durch die Ausführung der LED als  
5 Surface Mounted Device (oberflächenmontiertes Bauelement, SMD) kann überdies noch die Montagefreundlichkeit verbessert werden. Vorteilhaft ist außerdem als Leuchtmittel der Lichtquelle Halogen-, Xenon- oder Gasentladungs-Leuchtmittel oder Laser zu verwenden, da  
10 diese hohe Lichtstärken und hohe Lichtausbeuten zulassen.

Vorteilhaft ist ebenfalls die von der Lichtquelle abgegebene Strahlung mittels eines Lichtwellenleiters auf die Feldeffekt-Transistoren zu lenken. Dadurch kann die  
15 Lichtquelle fernab von den Feldeffekt-Transistoren angebracht werden. In dieser Weise kann die Platzierung der Lichtquelle flexibler gewählt werden oder die Lichtquelle kann gänzlich außerhalb des Gehäuses angebracht werden. Die von der Lichtquelle abgegebene  
20 Verlustleistung kann damit die auf dem Halbleiterchip integrierte Schaltung nicht mehr beeinflussen. Außerdem erhöht sich damit die Montagefreundlichkeit erheblich.

Das zum Schutz vor störender Mikrowellen-Strahlung  
25 vorgesehene Gehäuse ist vorteilhafterweise lichtundurchlässig und/oder luftdicht gestaltet. Störende Lichteinflüsse von außen können so vermieden werden, womit gleichzeitig die Bestrahlungsintensität der Feldeffekt-Transistoren besonders einfach und genau gesteuert werden  
30 kann. Der luftdichte Abschluß des Gehäuses gewährleistet unter anderem, daß keine Fremdkörper in das Gehäuse eindringen können und sich beispielsweise abschattend über die Feldeffekt-Transistoren legen können.

35 Eine mehrteilige Gehäuseausführung bietet hinsichtlich Montage- und Reparaturfreundlichkeit, sowie bei der Konstruktion Vorteile, da beispielsweise Gleichstrombereich und Hochfrequenzbereich in räumlich getrennten Kammern aufgebaut werden können.

Die Anbringung der Lichtquelle auf einer Leiterplatte, welches auf dem Substrat mittels Stützkörper über dem Halbleiterchip angebracht ist, stellt eine besonders einfache und damit kostengünstige Konstruktionsvariante dar. Diese kann noch verbessert werden, indem die Stützkörper zur Funktion der Schaltung beitragen, indem sie beispielsweise als Vorwiderstände zum Betreiben der Lichtquelle ausgebildet sind.

Die Erfindung wird nachstehend anhand einer schematischen Zeichnung an Ausführungsbeispielen näher erläutert. Übereinstimmende Bauteile sind dabei mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 den schematisch dargestellten Aufbau einer erfindungsgemäßen Mikrowellen-Schaltung und die räumliche Zuordnung der Bauelemente in einem mehrteiligen Gehäuse entsprechend einem ersten Ausführungsbeispiel;

Fig. 2 den schematisch dargestellten Aufbau einer erfindungsgemäßen Mikrowellen-Schaltung und die räumliche Zuordnung der Bauelemente in einem Gehäuse mit einem Lichtwellenleiter entsprechend einem zweiten Ausführungsbeispiel;

Fig. 3 den schematisch dargestellten Aufbau einer erfindungsgemäßen Mikrowellen-Schaltung mit einer SMD-Leuchtdiode und die räumliche Zuordnung der Bauelemente entsprechend einem dritten Ausführungsbeispiel und

Fig. 4 das Prinzipschaltbild einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Mikrowellen-Schaltung in Form einer Dämpfungsschaltung.

Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel der elektronischen Mikrowellen-Schaltung 1. Ein kastenförmiges

in Schnittdarstellung gezeichnetes Gehäuse 6 besteht aus einem unteren Gehäuseteil 6a und einem oberen Gehäuseteil 6b, wobei das untere Gehäuseteil 6a ein plattenförmiges Substrat 5a umschließt. Der Halbleiterchip 2, mit  
 5 beispielsweise einer darauf integrierten Dämpfungsschaltung, ist auf dem Substrat 5a montiert, wobei er über Kontaktdrähte 4 mit nicht dargestellten, auf dem ersten Substrat 5a verlaufenden Leiterbahnen verbunden ist. Eingang E und Ausgang A der auf dem Halbleiterchip 2  
 10 integrierten Schaltung sind durch das untere Gehäuseteil 6a hindurch mikrowellendicht nach außen geführt.

Die beiden kastenförmigen Gehäuseteile 6a, 6b sind nach außen mikrowellendicht verbunden, durch ein Deckelteil 6c  
 15 verschlossen und innerhalb durch einen Boden 13 des oberen Gehäuseteils 6b voneinander getrennt, wobei der Boden 13 eine dem unteren Gehäuseteil 6a zugewandte Ausnehmung 17 aufweist, die sich über einen Großteil der Fläche des Bodens 13 erstreckt und in der ein mattenähnlicher  
 20 Dämpfungskörper 11 zur Dämpfung von im unteren Gehäuseteil 6a auftretenden elektromagnetischen Wellen eingefügt ist.

Im Boden 13 und im Dämpfungskörper 11 befindet sich eine Öffnung 14, durch welche die elektrischen Anschlüsse einer  
 25 als Leuchtdiode 7 ausgeführten Lichtquelle 3 geführt sind. Die Leuchtdiode 7 ist dabei auf einer sich im oberen Gehäuseteil 6b auf dem Boden 13 angebrachten Leiterplatte 5b befestigt und steht mit auf der Leiterplatte 5b befindlichen nicht dargestellten Leiterbahnen in  
 30 elektrischem Kontakt. Der lichtemittierende Teil der Leuchtdiode 7 ist im unteren Gehäuseteil 6a über der dem Substrat 5a abgewandten Seite des Halbleiterchips 2 angebracht und bestrahlt auf dem Halbleiterchip 2 integrierte, in Fig. 4 dargestellte, Feldeffekt-  
 35 Transistoren T1 - T12. Die Bestrahlung der Feldeffekt-Transistoren T1 - T12 hängt aufgrund des lichtundurchlässigen Gehäuses 6 im wesentlichen nur von den Eigenschaften der Leuchtdiode 7, ihrer räumlichen Anordnung und ihrer elektrischen Ansteuerung ab. Dadurch

kann die Bestrahlung sehr genau und einfach gesteuert werden.

Auf der Leiterplatte 5b befinden sich auch andere elektronische Bauelemente 9, wie beispielsweise Vorwiderstände zum Betreiben der Leuchtdiode 7. Eine elektrische Leitung 10 dient in diesem Ausführungsbeispiel zur Leistungsversorgung der Leuchtdiode 7 und ist durch eine mikrowellendichte Durchführung 12, welche sich im oberen Gehäuseteil 6b befindet, geführt. Die Dichtheit der Durchführung 12 gegenüber Mikrowellen wird beispielsweise erreicht durch die Beschränkung des Durchführungsdurchmessers auf Maße, die deutlich unterhalb der kleinsten verwendeten Wellenlänge in der elektronischen Mikrowellen-Schaltung 1 liegen. Auch eine Verlängerung der Durchführung oder entsprechende Formgebung des Verlaufs der Durchführung 12 können signaldämpfend wirken und somit die Mikrowellendichtheit verbessern. Gegebenenfalls kann es nötig sein, die beiden Gehäuseteile 6a, 6b mikrowellendicht gegeneinander abzudichten, wobei dann für die Öffnung 14 die gleichen Maßnahmen wie für die Durchführung 12 getroffen werden und die elektrischen Anschlüsse der Leuchtdiode 7 durch die Öffnung 14 elektrisch isoliert geführt sind.

25

Fig. 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Mikrowellen-Schaltung 1 mit einem kastenförmigen Gehäuse 6, welches das erste plattenförmige Substrat 5a mit dem darauf angeordneten Halbleiterchip 2 mikrowellendicht umfaßt, wobei der Halbleiterchip 2 mit nicht dargestellten Leiterbahnen auf dem Substrat 5a über Kontaktdrähte 4 elektrisch leitend verbunden ist. Eingang E und Ausgang A der Mikrowellen-Schaltung 1 sind durch das Gehäuse 6 mikrowellendicht nach außen geführt.

35

Die in diesem Ausführungsbeispiel als Leuchtdiode 7 ausgeführte Lichtquelle 3 ist außerhalb des Gehäuses 6 angeordnet und ist mit einem Lichtwellenleiter 8 so verbunden, daß ein Großteil des von der Lichtquelle 3

emittierten Lichtes in den Lichtwellenleiter 8 gelangt. Der Lichtwellenleiter 8 ist durch eine Seite des Gehäuses 6 und dem dort angebrachten mattenähnlichen Dämpfungskörper 11 mikrowellendicht durch eine Durchführungsöffnung 16 geführt, welche der dem Substrat 5a abgewandten Seite des Halbleiterchips 2 gegenüberliegt, wobei der Lichtwellenleiter 8 vorzugsweise kurz vor dem Halbleiterchip 2 endet.

Die Mikrowellendichtheit der Durchführungsöffnung 16 ist wie in Fig. 1 bereits beschrieben realisiert. Dabei ist der Durchmesser der Durchführungsöffnung 16 so klein dimensioniert, daß die untere Grenzfrequenz der als Hohlleiter wirkenden Durchführungsöffnung 16 oberhalb der maximalen Nutzfrequenz der Mikrowellen-Schaltung 1 liegt. Der Lichtwellenleiter 8 kann auch in ein am Gehäusedeckel 6c angebrachtes Metallrohr integriert sind, welches die Endposition des Lichtwellenleiters 8 über dem Halbleiterchip 2 festlegt. Vorzugsweise hat dann das Rohr einen so kleinen Durchmesser, daß das Rohr und der Lichtwellenleiter - als Dielektrikum betrachtet - einen Hohlleiter bilden, der eine untere Grenzfrequenz hat, die oberhalb der maximal auftretenden Nutzfrequenz der Mikrowellen-Schaltung 1 liegt. Der Vorteil der Anordnung der Lichtquelle 3 außerhalb des Gehäuses 6 liegt vor allem in der Einsatzmöglichkeit leistungstärkerer Lichtquellen 3.

Fig. 3 zeigt ein der Fig. 2 weitgehend ähnliches Ausführungsbeispiel ohne Lichtwellenleiter 8 und Durchführungsöffnung 16. Jedoch ist im Gehäuse 6 über der dem Substrat 5a abgewandten Seite des Halbleiterchips 2 eine Leiterplatte 5c angeordnet. Die Leiterplatte 5c ist mittels zweier Stützkörper 15 auf dem Substrat 5a befestigt und trägt eine Leuchtdiode 7 in SMD-Bauform, wobei die Leiterplatte 5c weiterhin eine nicht dargestellte Schaltung zum Betrieb der Leuchtdiode 7 trägt.



Fig. 4 zeigt das Prinzipschaltbild einer in ihrer Gesamtheit mit 1 bezeichneten erfindungsgemäßen elektronischen Mikrowellen-Schaltung in der Ausführungsform einer Dämpfungsschaltung. Die Mikrowellen-Schaltung 1 umfaßt ein Gehäuse 6, welches eine auf einem Halbleiterchip 2 integrierte Kettenschaltung von zwei zwischen Eingang E und Ausgang A angeordneten Dämpfungsgliedern D1 und D2 mikrowellendicht umschließt. Der Eingang E und der Ausgang A der Mikrowellen-Schaltung 1 sind vom Halbleiterchip 2, durch das Gehäuse 6 nach außen geführt.

Eine Lichtquelle 3 die in diesem Beispiel als Leuchtdiode 7 ausgeführt ist, bestrahlt die auf dem Halbleiterchip 2 integrierten Feldeffekt-Transistoren T1 - T12 mit Licht polychromatischer Wellenlänge.

Das Dämpfungsglied D1 ist als T-Schaltung ausgebildet und besteht aus mehreren Widerständen R1 bis R4, die jeweils mittels den Feldeffekt-Transistoren T1 bis T7 zu verschiedenen Widerstandswerten schaltbar sind. Das zweite Dämpfungsglied D2 ist als Doppel-Pi-Glied ausgebildet und besteht aus mehreren Widerständen R5 bis R10, die wiederum mittels den Feldeffekt-Transistoren T8 bis T12 zu verschiedenen Widerstandswerten zusammenschaltbar sind. Die Widerstände mit gleicher Indexbezeichnung sind jeweils gleich groß dimensioniert. Die Feldeffekt-Transistoren mit gleicher Indexbezeichnung werden jeweils gleichzeitig ein- oder ausgeschaltet.

30

Die Feldeffekt-Transistoren T3 und T9 der Dämpfungsglieder D1 und D2 dienen dazu, den dämpfenden Teil jeweils vom Signalpfad wegzuschalten. Vorzugsweise sind zum gleichen Zweck noch die zusätzlichen Feldeffekt-Transistoren T1 und T8 vorgesehen, die eine bessere Anpassung gewährleisten, wenn die 0 dB-Zustände der Dämpfungsglieder (D1, D2) eingeschaltet werden.

Zwischen Eingang E und Ausgang G des ersten Dämpfungsgliedes D1 ist ein Feldeffekt-Transistor T2 angeordnet. Das T-Glied ist auf drei unterschiedliche Widerstandswerte umschaltbar. Der linke und rechte Teil

5 des Längszweiges zwischen Eingang E und Verbindungspunkt F bzw. Verbindungspunkt F und Ausgang G besteht jeweils aus der Parallelschaltung eines Widerstandes R1, einer Reihenschaltung eines Widerstandes R2 und eines Feldeffekt-Transistors T4 sowie eines den Widerstand R1

10 überbrückenden Feldeffekt-Transistors T5. Der Querzweig des T-Gliedes besteht aus der Parallelschaltung eines Widerstandes R3, einer diesen überbrückenden Reihenschaltung eines Widerstandes R4 mit Feldeffekt-Transistor T6 sowie eines überbrückenden Feldeffekt-

15 Transistors T7. Der größte Widerstand des Längszweiges des Dämpfungsgliedes D1 wird bestimmt durch die Reihenschaltung der Widerstände R1. Ein mittlerer Widerstand wird dadurch eingestellt, daß parallel zum Widerstand R1 mittels des Feldeffekt-Transistors T4 der

20 Widerstand R2 geschaltet wird. Der kleinste Widerstand wird eingestellt durch die Parallelschaltung von R1, R2 und der Source-Drain-Strecke des Feldeffekt-Transistors T5. Durch geeignete Wahl des Feldeffekt-Transistors T5 und der übrigen Widerstände R1 bis R4 können so die

25 verschiedensten gewünschten Widerstandswerte eingestellt werden. Der Source-Drain-Widerstand eines Feldeffekttransistors liegt beispielsweise zwischen zwei und zwanzig Ohm, die Widerstandswerte der Widerstände R1 bis R4 liegen in diesem Ausführungsbeispiel in der

30 Größenordnung von 10 bis 500 Ohm.

Mit dem so konfigurierten Dämpfungsglied D1 können mit folgender Schaltung die Dämpfungswerte 0, 5, 10 und 15 dB eingeschaltet werden:

35

0 dB: T2 ist eingeschaltet, alle anderen Feldeffekt-Transistoren sind ausgeschaltet.

Für Dämpfung: T2 ausgeschaltet und T1 bzw. T3 eingeschaltet.

5 dB: Im Längszweig wird der kleinste Widerstand eingeschaltet, im Quersweig der größte, das bedeutet, daß T4 und T5 eingeschaltet und T6 und T7 jeweils ausgeschaltet sind.

10 dB: T4 und T6 sind eingeschaltet, T5 und T7 sind ausgeschaltet.

15 dB: T4 und T5 sind ausgeschaltet, T6 und T7 sind eingeschaltet.

15 Im Dämpfungsglied D2 sind auf ähnliche Weise verschiedene Widerstandswerte mit zwei Schaltzuständen für die Doppel-Pi-Schaltung wählbar. Der Längszweig des Doppel-Pi-Gliedes zwischen Eingang G und Ausgang A bzw. zwischen den beiden Längstransistoren T8 besteht aus der Reihenschaltung der beiden Widerstände R5. Parallel zu diesen ist jeweils die Reihenschaltung eines Widerstandes R7 und eines Feldeffekt-Transistors T11 angeordnet. Die drei Quersweige des Doppel-Pi-Gliedes bestehen aus den Widerständen R6 und R9. Parallel zu den Widerständen R6 ist die Reihenschaltung eines Widerstandes R8 und Feldeffekt-Transistors T12 angeordnet. Parallel zum Widerstand R9 des mittleren Quersweiges ist die Reihenschaltung eines Widerstandes R10 und eines Feldeffekt-Transistors T12 angeordnet. Die Quersweige sind über die Transistoren T9 jeweils an Masse geschaltet. Für die Einstellung der Durchgangsdämpfung (0 dB) ist im Dämpfungsglied D2 an Stelle nur eines einzigen Feldeffekt-Transistors eine aus drei Feldeffekt-Transistoren T9 und T10 bestehende T-Konfiguration vorgesehen. Für die Durchgangsdämpfung ist der gegen Masse geschaltete Transistor T9 nichtleitend und das Dämpfungsglied D2 wird damit zwischen den Schaltungspunkten G und A durch die Reihenschaltung der beiden Transistoren T10 überbrückt. Bei nichtleitenden Transistoren T10 und Einstellung der verschiedenen

Dämpfungswerte durch die Widerstände R5 bis R10 ist der Transistor T9 leitend gegen Masse, hierdurch wird die Isolation der Überbrückung erhöht und das Dämpfungsglied D2 kann für höhere Dämpfungswerte dimensioniert werden.

5

Mit dieser Schaltungskonfiguration des Dämpfungsgliedes D2 können wieder folgende Dämpfungswerte 0, 20 und 30 dB eingestellt werden:

10 0 dB: T10 eingeschaltet, alle anderen Feldeffekt-Transistoren ausgeschaltet.

Für Dämpfung: T10 ausgeschaltet, T8 und T9 eingeschaltet.

15 20 dB: T11 eingeschaltet, T12 ausgeschaltet.

30 dB: T11 ausgeschaltet, T12 eingeschaltet.

20 Das Dämpfungsglied D1 ist also insgesamt zwischen den niedrigen Dämpfungswerten 0/5/10/15 dB umschaltbar, das darauf folgende Dämpfungsglied D2 zwischen höheren Dämpfungswerten 0/20/30 dB, so daß die Gesamtanordnung der beiden in Reihe geschalteten Dämpfungsglieder D1 und D2 insgesamt in 5 dB-Schritten zwischen 0 und 45 dB

25 umschaltbar ist. Die Durchgangsdämpfung wird nur durch die Reihenschaltung der beiden Überbrückungs-Feldeffekt-Transistoren T2 bzw. T9/T10 bestimmt und ihr Wert liegt in der Größenordnung unterhalb von 2 dB. Die einzelnen Feldeffekt-Transistoren werden durch eine nicht

30 dargestellte Steuerschaltung so gesteuert, daß die verschiedenen oben erwähnten Schaltkonfigurationen der Widerstände entstehen. Die beiden Dämpfungsglieder D1 und D2 werden dabei jeweils getrennt voneinander eingestellt.

### Ansprüche

1. Elektronische Mikrowellen-Schaltung (1) mit Feldeffekt-  
5 Transistoren (T1 - T12), welche auf zumindest einem  
Halbleiterchip (2) integriert sind,  
**gekennzeichnet durch,**  
eine Lichtquelle (3), die die Feldeffekt-Transistoren (T1  
- T12) mit Licht bestrahlt und ein Gehäuse (6), das den  
10 Halbleiterchip (2) und die Lichtquelle (3) oder einen mit  
der Lichtquelle (3) verbundenen Lichtwellenleiter (8)  
mikrowellendicht abschließt.
2. Elektronische Mikrowellen-Schaltung nach Anspruch 1,  
15 **dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Feldeffekt-Transistoren (T1 - T12) MESFET,  
insbesondere GaAs-MESFET, sind.
3. Elektronische Mikrowellen-Schaltung nach Anspruch 1  
20 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Lichtquelle (3) die Feldeffekt-Transistoren (T1 -  
T12) mit polychromatischem Licht bestrahlt.
- 25 4. Elektronische Mikrowellen-Schaltung nach einem der  
Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Lichtquelle (3) aus einer oder mehreren  
Leuchtdioden (7) besteht.
- 30 5. Elektronische Mikrowellen-Schaltung nach einem der  
Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Lichtquelle (3) aus einem Xenon-, Halogen- oder  
35 Gasentladungs-Leuchtmittel oder einem Laser besteht.
6. Elektronische Mikrowellen-Schaltung nach einem der  
Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß ein Lichtwellenleiter (8) wenigstens einen Teil der von der Lichtquelle (3) abgegebenen Strahlung auf die Feldeffekt-Transistoren (T1 - T12) lenkt.

- 5 7. Elektronische Mikrowellen-Schaltung nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Lichtquelle (3) außerhalb des Gehäuses (6)  
angeordnet ist.
- 10 8. Elektronische Mikrowellen-Schaltung nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die zumindest eine Leuchtdiode (7) als SMD-Bauelement  
(Surface Mounted Device) ausgeführt ist.
- 15 9. Elektronische Mikrowellen-Schaltung nach einem der  
Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Gehäuse (6) lichtundurchlässig und/oder luftdicht  
ist.
- 20 10. Elektronische Mikrowellen-Schaltung nach einem der  
Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die elektronische Mikrowellen-Schaltung (1) eine  
25 Dämpfungsschaltung bildet.
- 30 11. Elektronische Mikrowellen-Schaltung nach Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zwischen einem Eingang (E) und einem Ausgang (A)  
zumindest zwei Dämpfungsglieder (D1, D2) in Serie  
geschaltet sind, deren Dämpfung durch das Verbinden von  
mehreren Widerständen (R1 - R11) mittels Feldeffekt-  
Transistoren (T1 - T12) zu T-, überbrückte T-, Pi-,  
Doppel-Pi- oder Doppel-T-Schaltungen zwischen  
35 verschiedenen Werten umschaltbar ist.
12. Elektronische Mikrowellen-Schaltung nach einem der  
Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet,

daß die elektronische Mikrowellen-Schaltung (1) eine oder mehrere Umschalte-Schaltungen bildet, insbesondere eine oder mehrere Anordnungen von SPDT-Schaltungen (Single Port Double Throw).

5

13. Elektronische Mikrowellen-Schaltung nach Anspruch 1 bis 12,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß das Gehäuse (6) aus einem unteren Gehäuseteil (6a) und  
10 einem oberen Gehäuseteil (6b) besteht.

14. Elektronische Mikrowellen-Schaltung nach Anspruch 13,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß der Halbleiterchip (2) auf einem im unteren  
15 Gehäuseteil (6a) angebrachten Substrat (5a) montiert ist.

15. Elektronische Mikrowellen-Schaltung nach Anspruch 13 oder 14,

**dadurch gekennzeichnet,**

20 daß die Lichtquelle (3) auf einer im oberen Gehäuseteil (6b) angebrachten Leiterplatte(5b) montiert ist.

16. Elektronische Mikrowellen-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,

25 **dadurch gekennzeichnet,**

daß auf einem im Gehäuse (6) angebrachten Substrat (5a) der Halbleiterchip (2) montiert ist und über dem Halbleiterchip (2) eine Leiterplatte(5c) mit der Lichtquelle (3) mittels zumindest eines Stützkörpers (15)  
30 auf dem Substrat (5a) montiert ist.

17. Elektronische Mikrowellen-Schaltung nach Anspruch 16,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß der zumindest eine Stützkörper (15) ein elektronisches  
35 Bauelement (9), insbesondere ein Vorwiderstand, ist.

**Zusammenfassung**

Eine elektronische Mikrowellen-Schaltung (1) mit  
Feldeffekt-Transistoren welche auf zumindest einem  
5 Halbleiterchip (2) integriert sind, weist eine Lichtquelle  
(3) auf, die die Feldeffekt-Transistoren mit Licht  
bestrahlt und ein Gehäuse (6), das den Halbleiterchip (2)  
und die Lichtquelle (3) oder einen mit der Lichtquelle (3)  
verbundenen Lichtwellenleiter (8) mikrowellendicht  
10 abschließt.

(Fig.1)



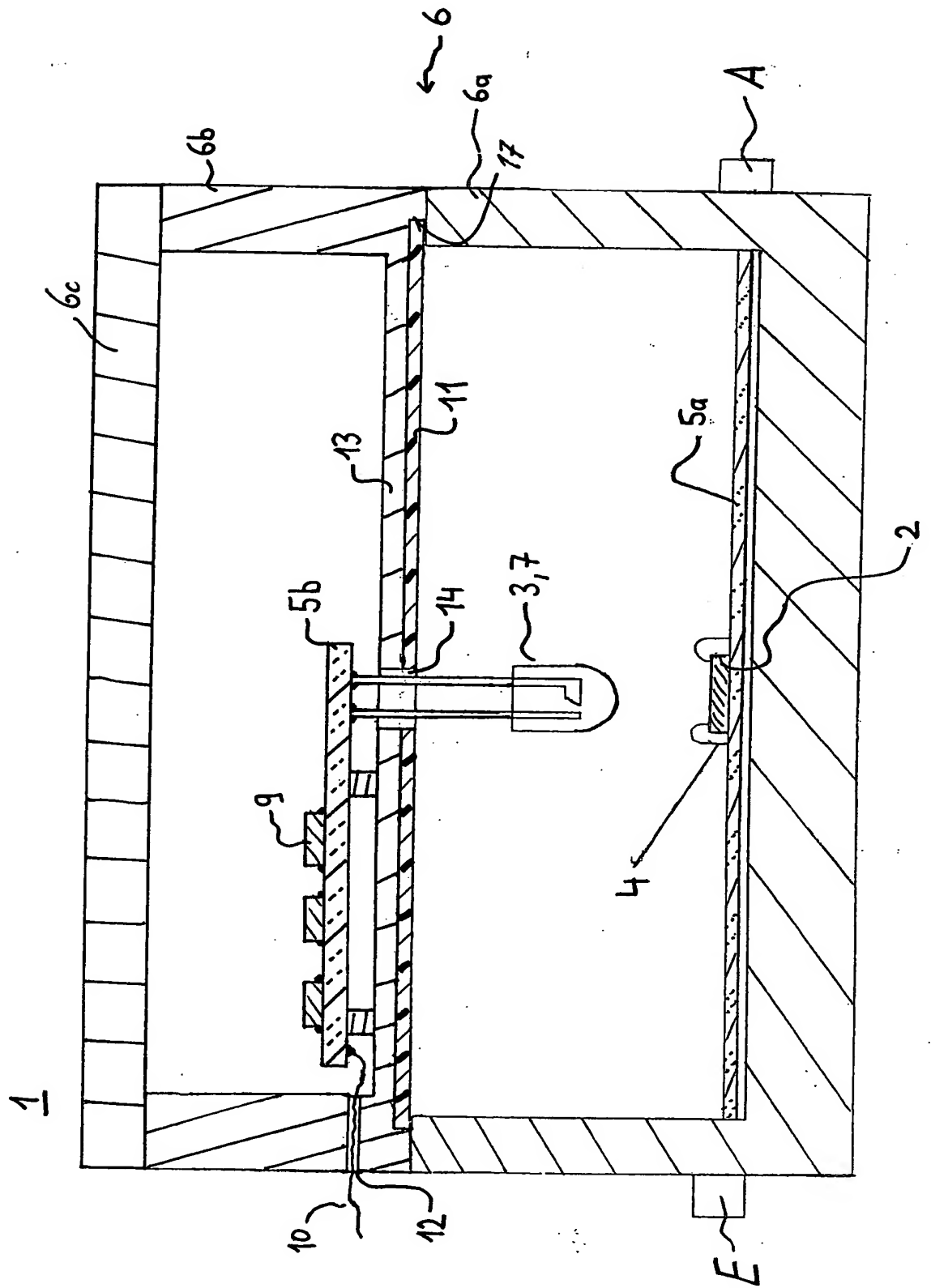


Fig. 2

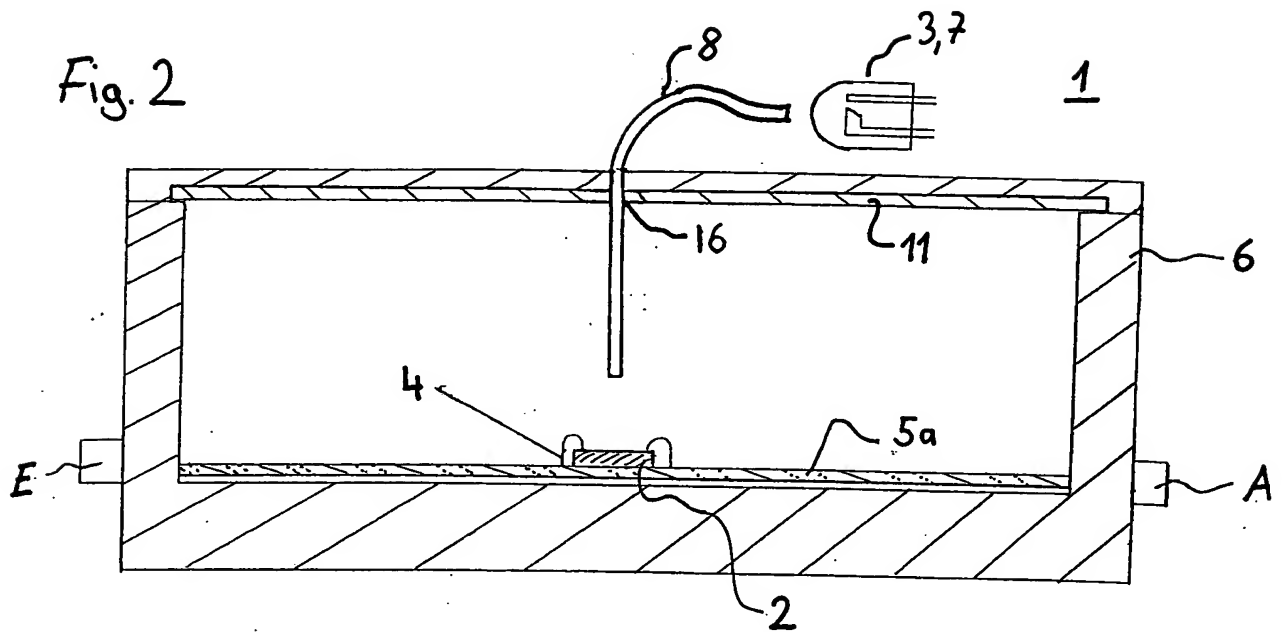
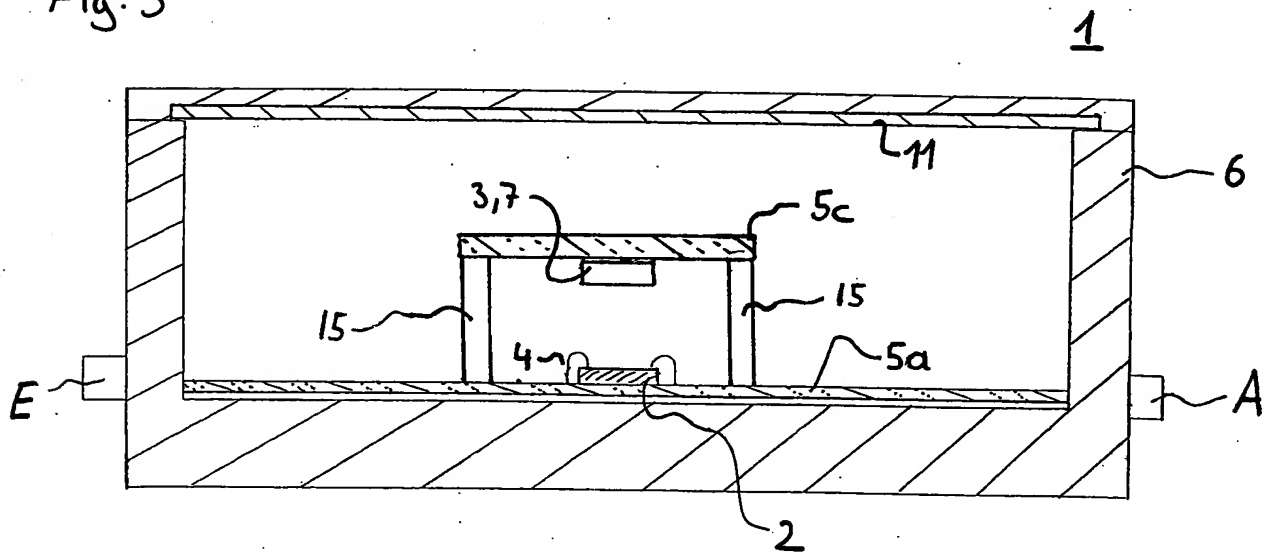


Fig. 3



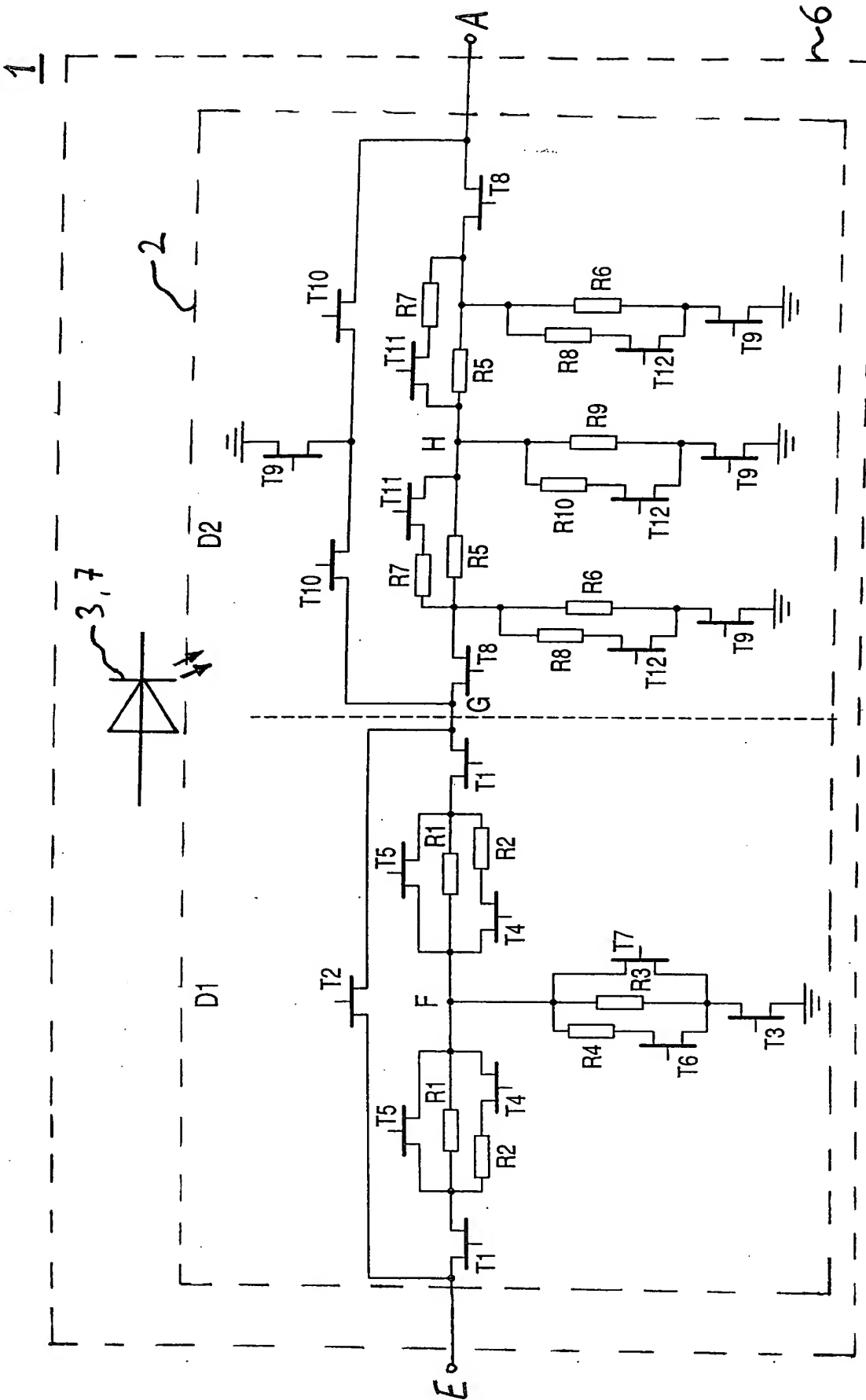


Fig. 4